

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-90751

(P2003-90751A)

(43) 公開日 平成15年3月28日 (2003. 3. 28)

(51) Int. C1. 7

G 01 F 1/692
1/696
25/00

識別記号

F I
G 01 F 25/00
1/68

テーマコード*(参考)
C 2F035

1 0 4 Z
2 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数 5

O L

(全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-286351 (P2001-286351)

(71) 出願人 000006895

矢崎総業株式会社

東京都港区三田1丁目4番28号

(22) 出願日 平成13年9月20日 (2001. 9. 20)

(72) 発明者 安藤 雅仁

静岡県天竜市二俣町南鹿島23 矢崎計器株式会社内

(74) 代理人 100060690

弁理士 瀧野 秀雄 (外3名)

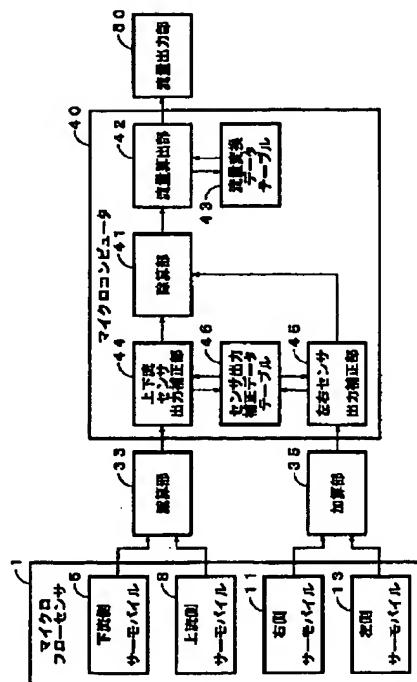
F ターム(参考) 2F035 EA02 EA05 EA08

(54) 【発明の名称】フローセンサ式流量計及びその校正方法

(57) 【要約】

【課題】 流量校正ポイントを増やすことなく校正することができ、精度の良い流量計測を行うことができるフローセンサ式流量計を提供すること。

【解決手段】 フローセンサ式流量計は、上下流温度センサの差分を検出する差分検出手段33と、左右温度センサの和を検出する加算手段35と、差分出力を加算出力で除算する除算手段41と、流量変換データテーブル43を参照して除算値を流量値に変換する流量算出手段42と、差分出力を、流量ゼロ時の第1のオフセット値と流量ゼロ及び最大流量に基づく第1のスパン値とによって補正・規格化し、補正・規格化後出力を除算手段41に供給する第1の出力補正・規格化手段44と、加算出力を、流量ゼロ時の第2のオフセット値及び流量ゼロと最大流量に基づく第2のスパン値とによって補正・規格化し、補正・規格化後出力を除算手段41に供給する第2の出力補正・規格化手段45とを含んでいる。



$$2 \text{ のスパン値} \times K_3 + K_2 \dots \quad (2)$$

に基づいて行われ、

ここで、第1のオフセット値=流量ゼロ時の差分検出手段の出力、第1のスパン値=最大流量時の差分検出手段の出力-流量ゼロ時の差分検出手段の出力、第2のオフセット値=流量ゼロ時の加算手段の出力、第2のスパン値=最大流量時の加算手段の出力-流量ゼロ時の加算手段の出力、 K_1, K_2, K_3 =定数であることを特徴とする請求項3記載のフローセンサ式流量計の校正方法。

【請求項5】前記少なくとも3つの計測ポイントは、流量ゼロ時と、最大流量時と、流量ゼロと最大流量間の1つ乃至3つの任意の流量時とを含む計測ポイントであることを特徴とする請求項3または4記載のフローセンサ式流量計の校正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フローセンサ式流量計及びその校正方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、フローセンサ式流量計は、たとえば、特開2001-12988号公報等に開示されている。

【0003】この種の流量計に使用されるフローセンサは、たとえば、ガス流路を流れるガスを加熱するマイクロヒータと、マイクロヒータに対してガスの上流側に配置され、ガスの温度を検出して温度検出信号を出力する上流側温度センサとして働く上流側サーモパイルと、マイクロヒータに対してガスの下流側に配置され、ガスの温度を検出して温度検出信号を出力する下流側温度センサとして働く下流側サーモパイルと、マイクロヒータに対してガスの流れ方向と略直交方向に配置され、ガスの温度を検出して温度検出信号を出力する右側温度センサとして働く右側サーモパイルと、マイクロヒータをはさんで右側サーモパイルと対向する側に、マイクロヒータに対してガスの流れ方向と略直交方向に配置され、ガスの温度を検出して温度検出信号を出力する左側温度センサとして働く左側サーモパイルと、マイクロヒータ、上流側サーモパイル、下流側サーモパイル、右側サーモパイル及び左側サーモパイルを支持する支持基板とを備えたマイクロフローセンサである。

【0004】図6は、上述のマイクロフローセンサを用いた流量計の一例の構成ブロック図である。この流量計は、マイクロフローセンサ1の下流側サーモパイル5からの温度検出信号と、上流側サーモパイル8からの温度検出信号との差を求める差動アンプ等からなる減算部33と、右側サーモパイル11からの右側温度検出信号と、左側サーモパイル13からの左側温度検出信号の和を求める加算アンプ等からなる加算部35と、減算部33及び加算部35の各出力に基づいて流量を算出するマイクロコンピュータ（以下、マイコンという）40と、

マイコン40で算出された流量値を出力する流量出力部50とを備えて構成される。

【0005】マイコン40は、減算部33の出力を加算部35の出力で除算する除算部41と、この除算部41の出力する除算信号のデジタル値から流量に変換する流量算出部42とを有し、流量算出部42は、変換した流量値を流量出力部50に出力している。流量算出部42において、除算信号のデジタル値から流量に変換するには、マイコン40に内蔵している流量変換データテーブル43を参照しているが、この流量変換データテーブルは、事前に用意してマイコン40に保存しておく必要がある。

【0006】この流量変換データテーブルを作成するには、マイクロフローセンサ1の流量に対する出力値が直線的でないために、流量値を精度良く変換するには、変換式を多数用意する必要がある。この流量変換する換算式を作成する方法は、同一流路に流量の基準となる基準器を置き、流速を変えて、そのときのセンサ出力を測定しておく。

【0007】そして、図7に示すように、測定された流量対センサ出力特性において、流量範囲をA, B, C, D, E...のように複数の領域に区分し、図8に示すように、その領域毎に変換式を作成して流量変換データテーブルとしている。

【0008】たとえば、領域Aに含まれるセンサ出力(x)に対して流量(y)を求めるには、変換式 $y = \alpha_A x^2 + \beta_A x + C_A$ が使用され、同様に、領域Bに含まれるセンサ出力(x)に対して流量(y)を求めるには、変換式 $y = \alpha_B x^2 + \beta_B x + C_B$ が使用され、領域Cに含まれるセンサ出力(x)に対して流量(y)を求めるには、変換式 $y = \alpha_C x^2 + \beta_C x + C_C$ が使用され、領域Dに含まれるセンサ出力(x)に対して流量(y)を求めるには、変換式 $y = \alpha_D x^2 + \beta_D x + C_D$ が使用される。領域E以下も同様である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、除算信号のデジタル値を精度良く流量に変換するためには、流量範囲を細かく分割して、その領域毎に一次や二次などの回帰式を変換式として用意する必要があり、そのため、計測するする流量ポイントが多くなってしまう。

【0010】また、センサ、流路形状、取り付けなどのバラツキによって、図9に示すように、例えば6台のフローセンサ式流量計において個々の流量計の各々のセンサ出力が異なるので、器差が無く精度良く流量を変換するためには、流量計毎に別々の変換テーブルを作成する必要がある。図9において、従来の6台のフローセンサ式流量計のセンサ出力特性を示し、(a)は各流量計の減算部の出力-流量特性、(b)は各流量計の加算部の出力-流量特性、(c)は、各流量計の除算部の除算値

—流量特性を示す。図9において、センサ出力（すなわち、減算部出力、加算部出力及び除算値）は、流量計毎に異なる値を示していることが分かる。

【0011】このため、個々の流量計を校正するには、個々の流量計毎に全流量域にわたって10箇所の流量を計測して校正しなければならず、製造工数が増加しコストアップとなり、また、計測ポイントを少なくして簡略化すると、流量計の精度が低下するという問題がある。

【0012】そこで本発明は、上述した従来の問題点に鑑み、流量校正ポイントを増やすことなく校正することができ、精度の良い流量計測を行うことができるフローセンサ式流量計を提供することを目的としている。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためになされた請求項1記載の発明は、ガスを加熱するヒータと、上記ヒータに対してガスの上流側に配置された上流側温度センサと、上記ヒータに対してガスの下流側に配置された下流側温度センサと、上記ヒータに対してガスの流れ方向と略直交方向に配置された右側温度センサと、上記ヒータをはさんで上記右側温度センサと対向する側に、上記ヒータに対してガスの流れ方向と略直交方向に配置された左側温度センサとを備えたフローセンサを用い、上記ヒータのオン時の上記上流側温度センサの検出出力と上記下流側温度センサの検出出力の差分を検出する差分検出手段と、上記ヒータのオン時の上記右側温度センサの検出出力と上記左側温度センサの検出出力の和を検出する加算手段と、上記差分検出手段の出力を上記加算手段の出力で除算する除算手段と、流量変換データテーブルを参照して上記除算手段の除算値をガス流量値に変換する流量算出手段とを有するフローセンサ式流量計であって、上記差分検出手段の出力を、流量ゼロ時の第1のオフセット値と流量ゼロ及び最大流量に基づく第1のスパン値とによって補正し、補正後出力を上記除算手段に供給する第1の出力補正・規格化手段と、上*

$$\text{補正後出力} = \{ (\text{差分検出手段の出力} - \text{第1のオフセット値}) / \text{第1のスパン値} \} \times K_1 \text{ (定数)} \dots (1)$$

に基づいて行われ、前記第2の出力補正・規格化手段に※ ※による補正は、以下の(2)式、

$$\text{補正後出力} = \{ (\text{加算手段の出力} - \text{第2のオフセット値} - K_2) / \text{第2のスパン値} \} \times K_3 + K_2 \dots (2)$$

に基づいて行われ、ここで、第1のオフセット値=流量ゼロ時の差分検出手段の出力、第1のスパン値=最大流量時の差分検出手段の出力—流量ゼロ時の差分検出手段の出力、第2のオフセット値=流量ゼロ時の加算手段の出力、第2のスパン値=最大流量時の加算手段の出力—★

$$\text{補正後出力} = \{ (\text{差分検出手段の出力} - \text{第1のオフセット値}) / \text{第1のスパン値} \} \times K_1 \text{ (定数)} \dots (1)$$

に基づいて行われる。また、第2の出力補正・規格化手段による補正は、以下の(2)式、

$$\text{補正後出力} = \{ (\text{加算手段の出力} - \text{第2のオフセット値} - K_2) / \text{第2のスパン値} \} \times K_3 + K_2 \dots (2)$$

*記加算手段の出力を、流量ゼロ時の第2のオフセット値及び流量ゼロと最大流量に基づく第2のスパン値とによって補正し、補正後出力を上記除算手段に供給する第2の出力補正・規格化手段と、を含むことを特徴とするフローセンサ式流量計に存する。

【0014】請求項1記載の発明においては、ガスを加熱するヒータと、ヒータに対してガスの上流側に配置された上流側温度センサと、ヒータに対してガスの下流側に配置された下流側温度センサと、ヒータに対してガス

10 の流れ方向と略直交方向に配置された右側温度センサと、ヒータをはさんで右側温度センサと対向する側に、ヒータに対してガスの流れ方向と略直交方向に配置された左側温度センサとを備えたフローセンサを用い、ヒータのオン時の上流側温度センサの検出出力と下流側温度センサの検出出力の差分を検出する差分検出手段と、ヒータのオン時の右側温度センサの検出出力と左側温度センサの検出出力の和を検出する加算手段と、差分検出手段の出力を加算手段の出力で除算する除算手段と、流量変換データテーブルを参照して除算手段の除算値をガス流量値に変換する流量算出手段とを有するフローセンサ式流量計であって、差分検出手段の出力を、流量ゼロ時の第1のオフセット値と流量ゼロ及び最大流量に基づく第1のスパン値とによって補正し、補正後出力を除算手段に供給する第1の出力補正・規格化手段と、加算手段の出力を、流量ゼロ時の第2のオフセット値及び流量ゼロと最大流量に基づく第2のスパン値とによって補正し、補正後出力を除算手段に供給する第2の出力補正・規格化手段とを含んでいる。

20 【0015】それにより、フローセンサのバラツキ等による器差を軽減して、精度の良い流量計測を行うことができる。

30 【0016】上記課題を解決するためになされた請求項2記載の発明は、前記第1の出力補正・規格化手段による補正は、以下の(1)式、

★流量ゼロ時の加算手段の出力、K1, K2, K3=定数であることを特徴とする請求項1記載のフローセンサ式流量計に存する。

【0017】請求項2記載の発明においては、第1の出力補正・規格化手段による補正は、以下の(1)式、

$$\text{補正後出力} = \{ (\text{差分検出手段の出力} - \text{第1のオフセット値}) / \text{第1のスパン値} \} \times K_1 \text{ (定数)} \dots (1)$$

☆段による補正は、以下の(2)式、

$$\text{補正後出力} = \{ (\text{加算手段の出力} - \text{第2のオフセット値} - K_2) / \text{第2のスパン値} \} \times K_3 + K_2 \dots (2)$$

に基づいて行われる。ここで、第1のオフセット値=流量ゼロ時の差分検出手段の出力、第1のスパン値=最大流量時の差分検出手段の出力-流量ゼロ時の差分検出手段の出力、第2のオフセット値=流量ゼロ時の加算手段の出力、第2のスパン値=最大流量時の加算手段の出力-流量ゼロ時の加算手段の出力、K1, K2, K3=定数である。

【0018】それにより、フローセンサのバラツキ等を簡単に補正することができ、精度の良い流量計測を行うことができる。

【0019】上記課題を解決するためになされた請求項3記載の発明は、ガスを加熱するヒータと、上記ヒータに対してガスの上流側に配置された上流側温度センサと、上記ヒータに対してガスの下流側に配置された下流側温度センサと、上記ヒータに対してガスの流れ方向と略直交方向に配置された右側温度センサと、上記ヒータをはさんで上記右側温度センサと対向する側に、上記ヒータに対してガスの流れ方向と略直交方向に配置された左側温度センサとを備えたフローセンサを用い、上記ヒータのオン時の上記上流側温度センサの検出出力と上記下流側温度センサの検出出力の差分を検出する差分検出手段と、上記ヒータのオン時の上記右側温度センサの検出出力と上記左側温度センサの検出出力の和を検出する加算手段と、上記差分検出手段の出力を上記加算手段の出力で除算する除算手段と、流量変換データーブルを参照して上記除算手段の除算値をガス流量値に変換する流量算出手段とを有するフローセンサ式流量計の校正方法であって、流量ゼロ時と、最大流量時と、流量ゼロと最大流量間の少なくとも1つの任意の流量時とを含む少なくとも3つの計測ポイントにおける上記差分検出手段及び上記加算手段の出力を得る第1のステップと、上記差分検出手段の出力を、流量ゼロ時の第1のオフセット値と流量ゼロ及び最大流量に基づく第1のスパン値とによって補正する第2のステップと、上記加算手段の出力を、流量ゼロ時の第2のオフセット値及び流量ゼロと最大流量に基づく第2のスパン値とによって補正する第3のステップと、上記補正後の差分検出手段の出力を上記補正後の加算手段の出力で除算する第4のステップと、予め用意されている、除算値から流量に変換する複数の流量変換データーブルの中から、上記除算ステップで算出された上記少なくとも3つの計測ポイントにおける除算値に適合する流量変換データーブルを選択して、*

$$\text{補正後出力} = \{ (\text{差分検出手段の出力} - \text{第1のオフセット値}) / \text{第1のスパン値} \} \times K1 \text{ (定数)} \quad \dots \quad (1)$$

に基づいて行われ、前記第3のステップによる補正は、※※以下の(2)式、

$$\text{補正後出力} = \{ (\text{加算手段の出力} - \text{第2のオフセット値} - K2) / \text{第2のスパン値} \} \times K3 + K2 \quad \dots \quad (2)$$

に基づいて行われ、ここで、第1のオフセット値=流量ゼロ時の差分検出手段の出力、第1のスパン値=最大流量時の差分検出手段の出力-流量ゼロ時の差分検出手段

*上記流量算出手部用の流量変換データーブルとして登録する第5のステップと、を含むことを特徴とするフローセンサ式流量計の校正方法に存する。

【0020】請求項3記載の発明においては、ガスを加熱するヒータと、ヒータに対してガスの上流側に配置された上流側温度センサと、ヒータに対してガスの下流側に配置された下流側温度センサと、ヒータに対してガスの流れ方向と略直交方向に配置された右側温度センサと、ヒータをはさんで右側温度センサと対向する側に、

10 ヒータに対してガスの流れ方向と略直交方向に配置された左側温度センサとを備えたフローセンサを用い、ヒータのオン時の上流側温度センサの検出出力と下流側温度センサの検出出力の差分を検出する差分検出手段と、ヒータのオン時の右側温度センサの検出出力と左側温度センサの検出出力の和を検出する加算手段と、差分検出手段の出力を加算手段の出力で除算する除算手段と、流量変換データーブルを参照して除算手段の除算値をガス流量値に変換する流量算出手段とを有するフローセンサ式流量計の校正方法であって、流量ゼロ時と、最大流量時と、流量ゼロと最大流量間の少なくとも1つの任意の流量時とを含む少なくとも3つの計測ポイントにおける上記差分検出手段及び上記加算手段の出力を得る第1のステップと、差分検出手段の出力を、流量ゼロ時の第1のオフセット値と流量ゼロ及び最大流量に基づく第1のスパン値とによって補正する第2のステップと、加算手段の出力を、流量ゼロ時の第2のオフセット値及び流量ゼロと最大流量に基づく第2のスパン値とによって補正する第3のステップと、補正後の差分検出手段の出力を補正後の加算手段の出力で除算する第4のステップと、予め用意

20 30 されている、除算値から流量に変換する複数の流量変換データーブルの中から、除算ステップで算出された少なくとも3つの計測ポイントにおける除算値に適合する流量変換データーブルを選択して、流量算出手部用の流量変換データーブルとして登録する第5のステップと、を含んでいる。

【0021】それにより、流量校正ポイントを増やすことなく、個々の流量計を精度良く校正できるため、検査工程が簡略化でき、安価な流量計を提供することができる。

40 【0022】上記課題を解決するためになされた請求項4記載の発明は、前記第2のステップによる補正は、以下の(1)式、

$$\text{補正後出力} = \{ (\text{差分検出手段の出力} - \text{第1のオフセット値}) / \text{第1のスパン}$$

の出力、第2のオフセット値=流量ゼロ時の加算手段の出力、第2のスパン値=最大流量時の加算手段の出力-流量ゼロ時の加算手段の出力、K1, K2, K3=定数

であることを特徴とする請求項3記載のフローセンサ式流量計の校正方法に存する。

$$\text{補正後出力} = \{ (\text{差分検出手段の出力} - \text{第1のオフセット値}) / \text{第1のスパン値} \} \times K_1 \text{ (定数)} \dots \quad (1)$$

に基づいて行われる。また、第3のステップによる補正※ ※は、以下の(2)式、

$$\text{補正後出力} = \{ (\text{加算手段の出力} - \text{第2のオフセット値} - K_2) / \text{第2のスパン値} \} \times K_3 + K_2 \dots \quad (2)$$

に基づいて行われる。ここで、第1のオフセット値=流量ゼロ時の差分検出手段の出力、第1のスパン値=最大流量時の差分検出手段の出力-流量ゼロ時の差分検出手段の出力、第2のオフセット値=流量ゼロ時の加算手段の出力、第2のスパン値=最大流量時の加算手段の出力-流量ゼロ時の加算手段の出力、K₁、K₂、K₃=定数である。

【0024】それにより、フローセンサのバラツキ等を簡単に補正することができ、精度良く個々の流量計を校正することができる。

【0025】上記課題を解決するためになされた請求項5記載の発明は、前記少なくとも3つの計測ポイントは、流量ゼロ時と、最大流量時と、流量ゼロと最大流量間の1つ乃至3つの任意の流量時とを含む計測ポイントであることを特徴とする請求項3または4記載のフローセンサ式流量計の校正方法に存する。

【0026】請求項5記載の発明においては、少なくとも3つの計測ポイントは、流量ゼロ時と、最大流量時と、流量ゼロと最大流量間の1つ乃至3つの任意の流量時とを含む計測ポイントである。

【0027】それにより、流量校正ポイントを増やすことなく、個々の流量計を精度良く校正できるため、検査工程が簡略化でき、安価な流量計を提供することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明によるフローセンサ式流量計の実施の形態を示す構成ブロック図である。

【0029】本発明のフローセンサ式流量計は、要約すれば、フローセンサを用い、フローセンサからの検出出力を補正して規格化した値をセンサ出力とし、この規格化されたセンサ出力に基づいて流量演算するものである。以下、本発明のフローセンサ式流量計の構成及び動作について詳述する。

【0030】このフローセンサ式流量計は、マイクロフローセンサ1を用い、下流側サーモパイ尔(下流側温度センサ)5からの温度検出信号と、上流側サーモパイ尔(上流側温度センサ)8からの温度検出信号との差を求める差動アンプ等からなる減算部(差分検出手段)33と、右側サーモパイ尔(右側温度センサ)11からの右側温度検出信号と、左側サーモパイ尔(左側温度センサ)13からの左側温度検出信号の和を求める加算アンプ等からなる加算部(加算手段)35と、減算部33及び

* 【0023】請求項4記載の発明においては、第2のスパンによる補正は、以下の(1)式、

$$\text{補正後出力} = \{ (\text{加算手段の出力} - \text{第2のオフセット値} - K_2) / \text{第2のスパン値} \} \times K_3 + K_2 \dots \quad (2)$$

び加算部35の各出力に基づいて流量を算出するマイコン40と、マイコン40で算出された流量値を出力する

10 流量出力部50とを備えて構成される。

【0031】マイコン40は、減算部33の出力を加算部35の出力で除算する除算部(除算手段)41と、流量変換データーブル43を参照して除算部41からの除算信号のデジタル値を流量値に変換して流量出力部50に出力する流量算出部(流量算出手段)42を有する。

【0032】マイコン40は、さらに、減算部33の出力を補正して規格化する上下流センサ出力補正部(第1の出力補正・規格化手段)44と、加算部35の出力を補正して規格化する左右センサ出力補正部(第2の出力補正・規格化手段)45と、上下流センサ出力補正部44及び左右センサ出力補正部45の補正、規格化に使用されるパラメータデータを含むセンサ出力補正データーブル46とを有する。

【0033】図2及び図3は、図1のフローセンサ式流量計に用いられるマイクロフローセンサの構成図及び断面図である。図2において、マイクロフローセンサ1は、Si基板2、ダイアフラム3、ダイアフラム3上に形成された白金等からなるマイクロヒータ4、マイクロヒータ4の下流側でダイアフラム3上に形成された下流側温度センサとしての下流側サーモパイ尔5、マイクロヒータ4に図示しない電源から駆動電流を供給する電源端子6A、6B、マイクロヒータ4の上流側でダイアフラム3上に形成された上流側温度センサとしての上流側サーモパイ尔8、上流側サーモパイ尔8から出力される第1温度検出信号を出力する第1出力端子9A、9B、下流側サーモパイ尔5から出力される第2温度検出信号を出力する第2出力端子7A、7B、を備える。

【0034】また、マイクロフローセンサ1は、マイクロヒータ4に対してガスの流れ方向(図3における矢印Pから矢印Qへの方向)と略直交方向に配置され、ガスの物性値を検出し、右側温度検出信号(第3温度検出信号に対応)を出力する右側温度センサとしての右側サーモパイ尔11と、この右側サーモパイ尔11から出力される右側温度検出信号を出力する第3出力端子12A、12Bと、マイクロヒータ4に対してガスの流れ方向と略直交方向に配置され、ガスの物性値を検出し、左側温度検出信号(第3温度検出信号に対応)を出力する左側温度センサとしての左側サーモパイ尔13と、この左側サーモパイ尔13から出力される左側温度検出信号を出

力する第4出力端子14A, 14Bと、ガス温度を得るために抵抗15, 16と、この抵抗15, 16からのガス温度信号を出力する出力端子17A, 17Bとを備える。

【0035】上流側サーモパイプ8、下流側サーモパイプ5、右側サーモパイプ11及び左側サーモパイプ13は、熱電対から構成されている。この熱電対は、p++-Si及びA1により構成され、冷接点と温接点とを有し、熱を検出し、冷接点と温接点との温度差から熱起電力が発生することにより、温度検出信号を出力するようになっている。

【0036】また、図3に示すように、Si基板2には、ダイアフラム3が形成されており、このダイアフラム3には、マイクロヒータ4、上流側サーモパイプ8、下流側サーモパイプ5、右側サーモパイプ11及び左側サーモパイプ13のそれぞれの温接点が形成されている。

【0037】このように構成されたマイクロフローセンサ1によれば、マイクロヒータ4が、外部からの駆動電流により加熱を開始すると、マイクロヒータ4から発生した熱は、ガスを媒体として、下流側サーモパイプ5、上流側サーモパイプ8、右側サーモパイプ11及び左側サーモパイプ13のそれぞれの温接点に伝達される。そ*

$$\text{補正・規格化後出力} = \frac{\{\text{減算部33の出力} - \text{off set (A)}\}}{\text{span (A)}} \times K1 \dots \dots \dots (1)$$

【0042】ここで、off set (A) = 流量ゼロ時の減算部33の出力、span (A) = 最大流量時の減算部33の出力-流量ゼロ時の減算部33の出力、K1 = 定数であり、これらは全てセンサ出力補正データテーブル46に予め記憶されており、上下流センサ出力補正部44の演算時に呼び出される。

$$\text{補正・規格化後出力} = \frac{\{\text{加算部35の出力} - \text{off set (B)} - K2\}}{\text{span (B)}} \times K3 + K2 \dots \dots \dots (2)$$

【0045】ここで、off set (B) = 流量ゼロ時の加算部35の出力、span (B) = 最大流量時の加算部35の出力-流量ゼロ時の加算部35の出力、K2 = 定数、K3 = 定数であり、これらは全てセンサ出力補正データテーブル46に予め記憶されており、左右センサ出力補正部45の演算時に呼び出される。★

$$\text{補正・規格化後除算値} = \frac{\text{上下流センサ出力補正部44からの補正・規格化後出力}}{\text{出力/左右センサ出力補正部45からの補正・規格化後出力}} \dots \dots \dots (3)$$

【0048】流量算出部42は、除算部41から補正・規格化後除算値が入力されると、予めマイコン40のメモリに記憶されている、補正・規格化後除算値を流量値に変換するための流量変換データテーブル43を参照し、補正・規格化後除算値を流量値に変換して流量出力部50に出力する。

【0049】次に、上述の構成のフローセンサ式流量計の校正方法について説明する。まず、上述の構成を有するフローセンサ式流量計の複数台をサンプルとして用意

*それぞれのサーモパイプの冷接点は、Si基板(Si基板)上にあるので、基体温度になっており、それぞれの温接点は、ダイアフラム上にあるので、伝達された熱により加熱され、Si基体温度より温度が上昇する。そして、それぞれのサーモパイプは、温接点と冷接点の温度差より熱起電力を発生し、温度検出信号を出力する。

【0038】流量を算出するためのマイクロフローセンサ1のセンサ出力は、減算部33及び加算部35の各出力に対してゼロ点とスパンをマイコン40で補正して規格化した値として出力することにより、器差、すなわち流量計毎のセンサ出力値の差をなくす。

【0039】マイクロフローセンサ1のセンサ出力の補正・規格化は、上下流センサ出力補正部44、左右センサ出力補正部45及び除算部41において、それぞれ、以下の(1)、(2)及び(3)式による演算を行うことにより達成される。

【0040】すなわち、上下流センサ出力補正部44は、減算部33の出力(すなわち、上下流センサ補正前出力)が供給されると、次の(1)式に基づく演算を行うことにより補正して規格化した補正・規格化後出力を得る。

【0041】

$$\text{補正・規格化後出力} = \frac{\{\text{減算部33の出力} - \text{off set (A)}\}}{\text{span (A)}} \times K1 \dots \dots \dots (1)$$

※【0043】また、左右センサ出力補正部45は、加算部35の出力(すなわち、左右センサ補正前出力)が供給されると、次の(2)式に基づく演算を行うことにより補正して規格化した補正・規格化後出力を得る。

【0044】

$$\text{補正・規格化後出力} = \frac{\{\text{加算部35の出力} - \text{off set (B)} - K2\}}{\text{span (B)}} \times K3 + K2 \dots \dots \dots (2)$$

★【0046】また、除算部41は、上下流センサ出力補正部44からの補正・規格化後出力と左右センサ出力補正部45からの補正・規格化後出力に基づき、次の(3)式の演算を行うことにより、補正・規格化後除算値を得る。

【0047】

補正・規格化後除算値 = 上下流センサ出力補正部44からの補正・規格化後出力・・・(3)
し、各サンプルのセンサ出力を測定し、上述の(1)～(3)式によって補正・規格化されたセンサ出力(すなわち、補正・規格化後除算値)から、流量に変換するための流量変換データテーブルを作成しておく。この時、作成する流量変換データテーブルは、数種類(5～10種類程度)用意しておく。

【0050】個々のフローセンサ式流量計を校正する方法は、図4に示すフローチャートにしたがって下記の通り実行される。

【0051】まず、流量ゼロ時、最大流量（フルスケール）時及び流量50%時の3つの計測ポイントにおけるマイクロフローセンサ1のセンサ出力を計測する（ステップS1）。次いで、上述の3つの計測ポイントにおいて計測されたセンサ出力を上述の（1）～（3）式に基づき補正、規格化したセンサ出力（すなわち、補正・規格化後の除算値）を算出する（ステップS2）。次いで、予め用意した数種類の流量変換データテーブルの中から、算出された3つの計測ポイントにおける補正、規格化したセンサ出力（すなわち、補正・規格化後除算値）に適合する（すなわち、測定された3つの計測ポイントにおける補正、規格化したセンサ出力と相関度の高い）流量変換データテーブルを選択する（ステップS3）。

【0052】次いで、（1）～（3）式で使用される各パラメータデータ、すなわち、off set (A)、span (A)、off set (B)、span (B)、K1、K2及びK3をマイコン40のセンサ出力補正データテーブル46に入力する（ステップS4）。次いで、ステップS3で選択した流量変換データテーブルをマイコン40の流量変換データテーブル43として登録する（ステップS5）。次いで、流量出力部50からの流量出力値を確認する（ステップS6）。

【0053】このようにして校正が行われるが、校正するポイントは、流量ゼロ時と、最大流量時と、流量ゼロと最大流量間の少なくとも1つの任意の流量時との3ポイント以上であればいくつでもかまわないが、校正ポイントを多くすると、製造工数が増加しコストアップとなるために、実用的には5ポイント以下が適当である。また、センサ出力が直線的でないため、流量ゼロと最大流量の2ポイントのみでは流量変換データテーブルを特定することができない。

【0054】図5は、図9に関して説明したものと同一の6台のフローセンサ式流量計に本発明を適用し、上述の3つの計測ポイントで校正して規格化した場合のセンサ出力特性を示し、（a）は各流量計の上下流センサ出力補正部44の補正・規格化後出力ー流量特性、（b）は各流量計の各左右センサ出力補正部45の補正・規格化後出力ー流量特性、（c）は各流量計の除算部42の除算値ー流量特性である。図5を図9と比較してみると明らかなように、図5においては、流量計毎の器差がほとんどなくなり、6台の流量計のセンサ出力特性は重なり合って1本の太い実線に見え、ほぼ同じ特性になっていることがわかる。

【0055】このように、本発明によれば、予め用意した複数の流量変換データテーブルの中から、流量ゼロ時と、最大流量時と、流量ゼロと最大流量間の少なくとも1つの任意の流量時とを含む少なくとも3つの計測ポイントで校正して規格化したセンサ出力に適合する流量変換データテーブルを選択して、流量計の流量変換データ

テーブルとして登録するので、簡単かつ短時間に校正作業を行うことが可能になる。また、フローセンサのアナログ出力を補正・規格化することによって、フローセンサのバラツキや取り付け誤差等に関係なく、流量演算を行うことができる。したがて、従来に比して少ない校正ポイントで、個々の流量計を精度良く校正できるため、流量計製造ラインにおける検査工程を簡略化でき、安価な流量計を提供することができる。

【0056】以上の通り、本発明の実施の形態について10説明したが、本発明はこれに限らず、種々の変形、応用が可能である。

【0057】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、フローセンサのバラツキ等による器差を軽減して、精度の良い流量計測を行うことができる。

【0058】請求項2記載の発明によれば、フローセンサのバラツキ等を簡単に補正することができ、精度の良い流量計測を行うことができる。

【0059】請求項3記載の発明によれば、流量校正ポイントを増やすことなく、個々の流量計を精度良く校正できるため、検査工程が簡略化でき、安価な流量計を提供することができる。

【0060】請求項4記載の発明によれば、フローセンサのバラツキ等を簡単に補正することができ、精度良く個々の流量計を校正することができる。

【0061】請求項5記載の発明によれば、流量校正ポイントを増やすことなく、個々の流量計を精度良く校正できるため、検査工程が簡略化でき、安価な流量計を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるフローセンサ式流量計の実施の形態を示す構成ブロック図である。

【図2】図1のフローセンサ式流量計に用いられるマイクロフローセンサの構成図である。

【図3】図1のフローセンサ式流量計に用いられるマイクロフローセンサの断面図である。

【図4】図1のフローセンサ式流量計を校正する方法を示すフローチャートである。

【図5】図1のフローセンサ式流量計のセンサ出力特性を示し、（a）は上下流センサ出力補正部の出力ー流量特性、（b）は左右センサ出力補正部の出力ー流量特性、（c）は除算部の除算値ー流量特性である。

【図6】従来のフローセンサ式流量計の一例の構成ブロック図である。

【図7】従来のフローセンサ式流量計の流量対センサ出力特性の一例である。

【図8】従来のフローセンサ式流量計の流量変換データテーブルの一例である。

【図9】従来のフローセンサ式流量計のセンサ出力特性を示し、（a）は減算部の出力ー流量特性、（b）は加

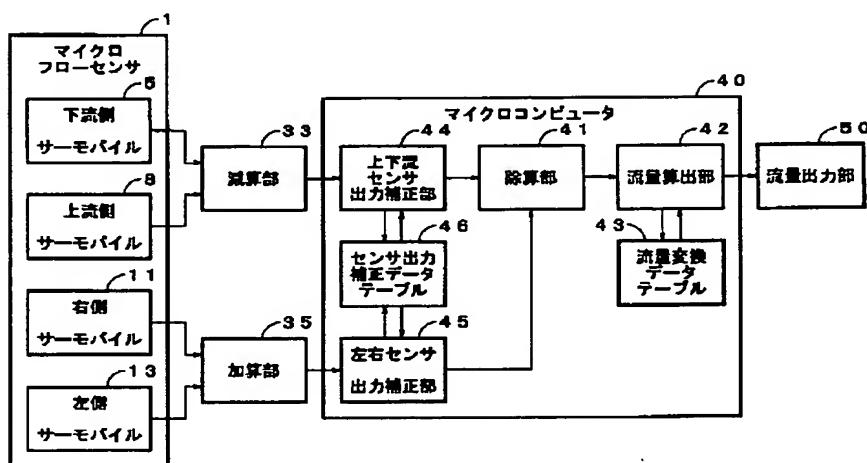
算部の出力－流量特性、(c) は、除算部の除算値－流量特性である。

【符号の説明】

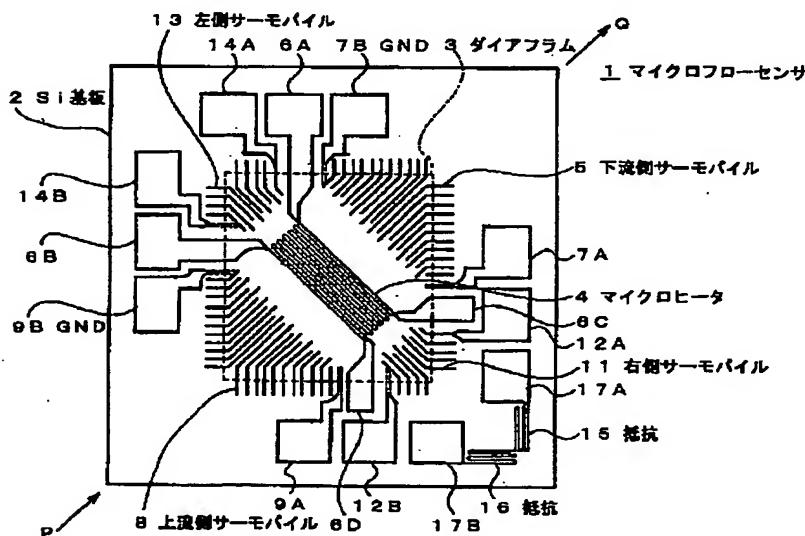
- 1 マイクロフローセンサ (フローセンサ)
- 4 マイクロヒータ (ヒータ)
- 5 下流側サーモバイル (下流側温度センサ)
- 8 上流側サーモバイル (上流側温度センサ)
- 11 右側サーモバイル (右側温度センサ)
- 13 左側サーモバイル (左側温度センサ)
- 33 減算部 (差分検出手段)

- 35 加算部 (加算手段)
- 40 マイコン
- 41 除算部 (除算手段)
- 42 流量算出部 (流量算出手段)
- 43 流量変換データテーブル
- 44 上下流センサ出力補正部 (第1の出力補正・規格化手段)
- 45 左右センサ出力補正部 (第2の出力補正・規格化手段)
- 46 センサ出力補正データテーブル
- 50 流量出力部

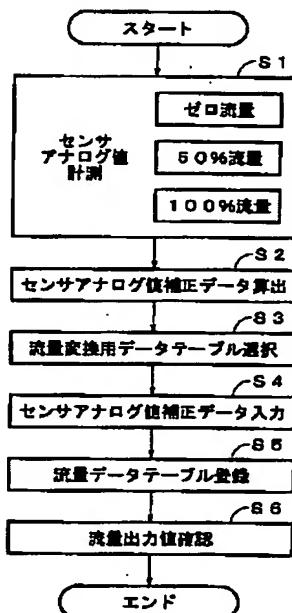
【図1】



【図2】



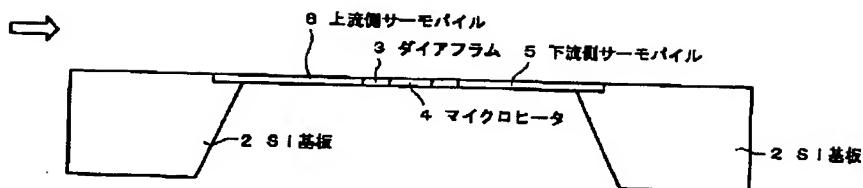
【図4】



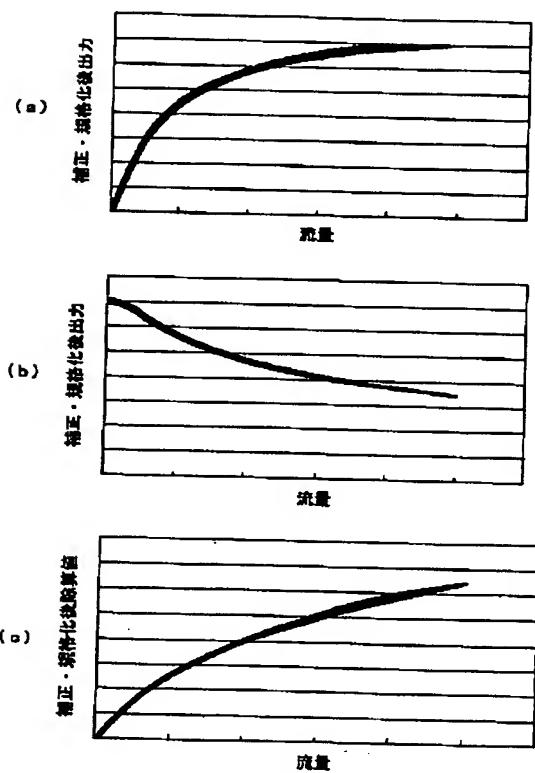
【図8】

領域	変換式
A	$y = \alpha_A x^2 + \beta_A x + C_A$
B	$y = \alpha_B x^2 + \beta_B x + C_B$
C	$y = \alpha_C x^2 + \beta_C x + C_C$
D	$y = \alpha_D x^2 + \beta_D x + C_D$
⋮	⋮

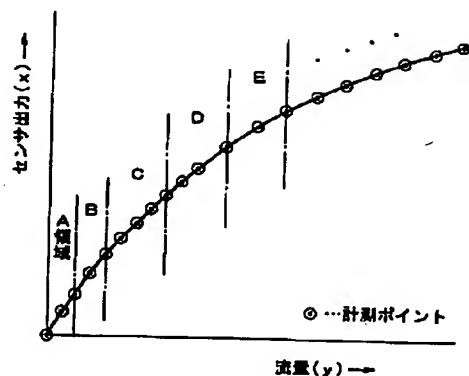
【図3】



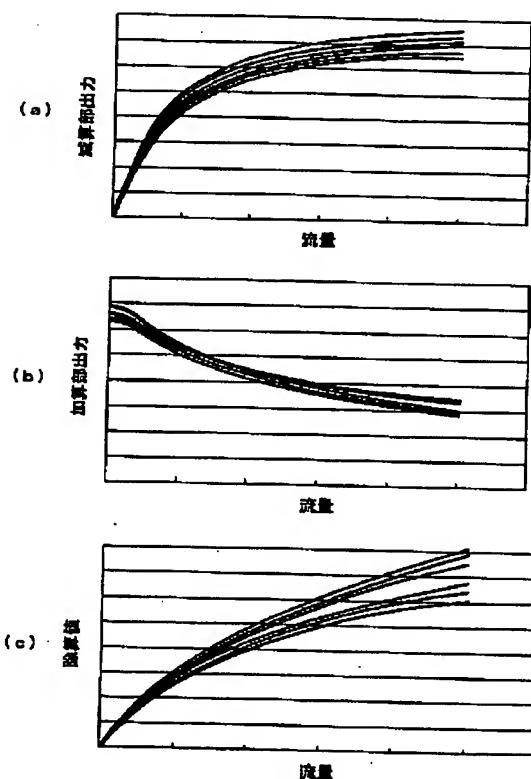
【図5】



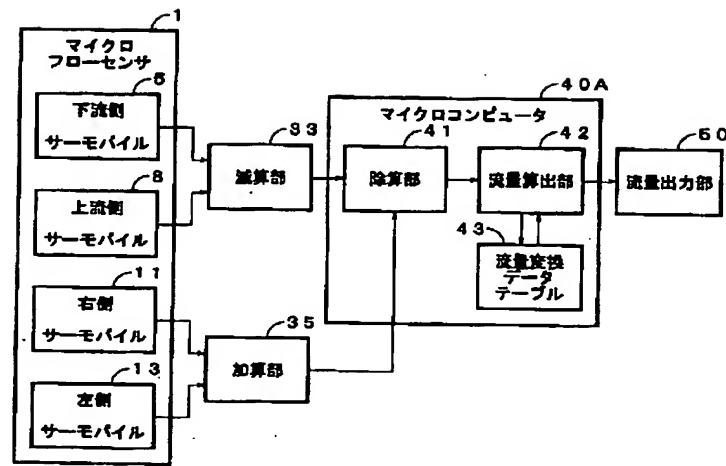
【図7】



【図9】



【図6】



THIS PAGE BLANK (USPTO)